Über

Vergiftung durch Arsenwasserstoffgas.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Alfred Haas,
approb. Arzt aus St. Ingbert.

München, 1902.
Kgl. Hof- und Universitätsbuchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Über

Vergiftung durch Arsenwasserstoffgas.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Alfred Haas,
approb. Arzt aus St. Ingbert.

München, 1902.
Kgl. Hof- und Universitätsbuchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Gedruckt mit Genehmigung der medizin. Fakultät der Universität München.

Referent: Herr Prof. Dr. Ritter von Bauer.

Meiner lieben Mutter

und dem Andenken meines

unvergesslichen Vaters

in tiefster Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548324_0097

Der Arsenwasserstoff ist eine Verbindung des Arsens, deren Kenntnis und Darstellung erst mit den Fortschritten der Chemie erreicht wurde. Die Verbindungen des Arsens mit Schwefel, Realgar und Auripigment und die arsenige Säure, der weisse Arsenik, waren dagegen schon in den ältesten Zeiten bekannt. Theophrastus schon erwähnt das Schwefelarsen. Unter dem Namen Sandarach versteht er den Realgar, unter dem Namen Arsenikon das Auripigment. Die künstliche Darstellung des reinen metallischen Arsens gelang erst spät; man wählte als Ausgangspunkt die arsenige Säure und aus dieser wurde es 1694 von Schröder, 1733 von Brand durch verschiedene Reduktionsmethoden gewonnen. Noch später erst erhielt man das Arsenwasserstoffgas; im Jahre 1755 erhielt es der berühmte Chemiker Scheele, als er Arsensäure auf Zink einwirken liess. 1799 stellte es dann Proust aus Arsentrioxyd mit Zink und Schwefelsäure dar. Diese Methode von Proust ist die heute noch in den Laboratorien geübte und beruht darauf, dass der bei der Einwirkung der Schwefelsäure auf das Zink entstehende Wasserstoff das Arsentrioxyd reduziert. Das so reduzierte Arsen vereinigt sich in statu nascendi mit dem ebenfalls naszierenden Wasserstoff zu Arsenwasserstoffgas, das sich nun dem Wasserstoff beimengt. Jede Spur von vorhandenen Arsensäuren gibt auf diese Weise Anlass zur Bildung von Arsenwasserstoff, was ja Marsh bei seiner bekannten Methode zum Nachweis des Arsens benützt.

Von den Eigenschaften des Arsenwasserstoffs seien hier nur die toxikologisch wichtigen nach dem Handbuch von Berzelius erwähnt. Der Arsenwasserstoff hat die Konstitutionsformel AsH_3. Er besitzt einen unangenehmen knoblauchartigen Geruch. Sein spezifisches Gewicht ist 2,695, er ist also bedeutend schwerer als die atmosphärische Luft. Bei — 40° Cels. verflüssigt er sich zu einem wasserhellen Liquidum, bei — 119° wird er fest. Chemisch verhält er sich gegen Säuren wie gegen Alkalien völlig indifferent. Vom Wasser wird er in geringer Menge absorbiert. Indessen erleidet er wegen der ungemein lockeren Bindung seiner Bestandteile doch sehr leicht Zersetzungen. An der Luft entzündet, verbrennt er mit bläulicher Flamme zu Wasser und arseniger Säure. Wird aber seine Flamme stark abgekühlt, oder wird der Sauerstoffzutritt verhindert, so verbrennt nur der Wasserstoff und Arsen scheidet sich in metallischem Zustande aus. Hält man daher in die Flamme des Gases ein Porzellanschälchen, so entsteht auf diesem ein schwarzbrauner, glänzender Niederschlag von metallischem Arsen, der von Marsh zum Arsennachweis benützte Arsenspiegel.

Gegenüber dem Verhalten des Arsenwasserstoffs gegen Säuren und Alkalien steht seine rasche Zersetzlichkeit durch kräftige Oxydationsmittel; doch kommt er mit solchen im menschlichen und tierischen Organismus nicht in Berührung. Leitet man Arsenwasserstoffgas z. B. durch konzentrierte Salpetersäure, so resultiert eine Lösung von arseniger Säure und Arsensäure.

Metallsalze vermögen ebenfalls das Gas zu zersetzen, und diese Fähigkeit derselben benützt man, um das Arsenwasserstoffgas in der Luft von Fabrikräumen nachzuweisen, wie weiter unten näher angegeben werden wird. Gehört nämlich die Base eines Metallsalzes zu den Oxyden der sogenannten edlen Metalle, also zu den leicht reduzierbaren

Oxyden, so werden sowohl der Wasserstoff, als auch das Arsen des Arsenwasserstoffs durch den Sauerstoff derselben oxydiert. So fällt z. B. der Arsenwassersoft aus einer Silbernitratlösung metallisches Silber, aus einer Lösung von Goldchlorid metallisches Gold und die Flüssigkeit enthält arsenige Säure. Silbernitrat und Goldchlorid sind daher wohl als die besten Mittel zu betrachten, um das Arsen des Arsenwasserstoffs in eine leicht fassbare und dann chemisch unschwer nachweisbare Form zu bringen.

Das Arsenwasserstoffgas verdient nun toxikologisch durch seine enorme Giftigkeit ein hervorragendes Interesse. Durch dasselbe veranlasste Vergiftungsfälle sind in der Litteratur allerdings noch nicht sehr viele niedergelegt. Aber schon aus diesen wenig zahlreichen am Menschen beobachteten Vergiftungen, dann besonders auch aus Tierversuchen geht die Gefährlichkeit dieses Gases evident hervor. Sie beruht, wie Eulenberg in seinem Werke über die giftigen Gase hervorhebt, nicht allein auf seiner äusserst intensiven Wirkung, sondern auch darauf, dass die kleinsten eingeatmeten Mengen, die anfangs kaum gespürt werden, die nachhaltigsten und verderblichsten Folgen bringen können. Beim Menschen können 3—4 Stunden vergehen, ehe sich die Folgen der Inhalation des Gases bemerkbar machen; dieser Umstand macht das Arsenwasserstoffgas zu einem der heimtückischsten giftigen Gase. Da es gewöhnlich nicht in so grosser Menge in der Luft vorhanden ist, dass der ihm eigentümliche knoblauchartige Geruch hervortritt, da sich so lange keine auffallenden Symptome zu zeigen brauchen, so werden leicht grössere Mengen eingeatmet. 0,5 Vol. % dieses Gases, mehrere Minuten eingeatmet, können aber schon beim erwachsenen Menschen nicht nur toxisch, sondern sogar tödlich wirken.

Die Wirkungsweise des Arsenwasserstoffs ist ziemlich

klar und unserem Verständnis keineswegs mehr so rätselhaft, wie die der übrigen giftigen Arsenverbindungen. Allein durch die klinische Beobachtung geleitet, hat Vogel bereits 1854 klar ausgesprochen, dass die verderbliche Wirkung des Arsenwasserstoffgases im wesentlichen auf einer in der Blutbahn durch dasselbe erfolgenden Zersetzung der roten Blutkörperchen beruht. Tierversuche, ja schon die einfache im Laboratorium vorgenommene Einleitung von Arsenwasserstoff in Blut, wie es Naunyn und Rabuteau thaten, liessen keinen Zweifel an der Richtigkeit dieser Anschauung. Viel unklarer ist uns aber noch die Wirkungsweise der übrigen Arsenverbindungen. Über sie bringt uns der Laboratoriumsversuch keine Klarheit. Verhalten sich diese doch im Reagensglas gegen Eiweisslösungen ebenso indifferent wie gegen Blut.

Betrachten wir nun genauer, welche Veränderungen des Blutes der Arsenwasserstoff im Reagensglase bedingt. Rabuteau leitete Arsenwasserstoff zunächst durch unverändertes Blut und sah, dass dasselbe eine, wie er sich ausdrückt, tintenartige Beschaffenheit annahm. Spektroskopisch untersucht, ergab das Blut jetzt einen Absorptionsstreifen, der den ganzen Raum zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und E einnahm und dem durch Schwefelwasserstoff und Selenwasserstoff bedingten zum Verwechseln ähnlich war.

Leitete er längere Zeit Arsenwasserstoff in durch Wasser verdünntes Blut, so verschwand der Absorptionsstreifen sowohl wie die Tintenfarbe des Blutes. Seine Farbe ging schliesslich in eine gelblich-grüne, der des Harns ähnliche über, und in dem jetzt zu erhaltenden, durch sehr matte Farben ausgezeichneten Spektrum waren Absorptionsstreifen nicht mehr zu erblicken.

Aus diesen Experimenten zog Rabuteau den Schluss, dass Arsenwasserstoff das Hämoglobin auflöse, gänzlich zer-

störe, und dass durch diese Veränderungen die roten Blutkörperchen zur Sauerstoffaufnahme unfähig würden.

So richtig diese Schlüsse sind, beweisend für die hämolytische Wirkung des Arsenwasserstoffs ist nur der erste Versuch. Der zweite Versuch Rabuteaus ist deshalb keineswegs beweiskräftig, weil er hier das Blut mit Wasser verdünnte und so gleichsam die Wirkung zweier Blutgifte kumulierte. Denn bekanntlich laugt Wasser allein schon die Erythrocyten aus, wirkt also hämolytisch, und die Wirkung des Arsenwasserstoffs erfolgte dann auf das bereits ausgelaugte Hämoglobin, sicher also unter ganz anderen Bedingungen, als das Gas seine Wirkung im Organismus entfaltet. Wie Eulenberg nachgewiesen hat, entsteht die von Rabuteau beobachtete eigentümliche grüne Farbe nur dann, wenn das Blut vor der Einleitung des Arsenwasserstoffs mit Wasser verdünnt wurde. Aus dem ersten Versuche Rabuteaus geht indes schon hervor, dass der direkt ins Blut eingeleitete Arsenwasserstoff das Hämoglobin sowohl aufzulösen, wie zu zerstören vermag.

Sehr exakt und äusserst interessant dürften die Versuche Naunyns sein. Leitete er einen Strom, mit Wasserstoffgas gemischten oder reinen, aus Arsenzink dargestellten Arsenwasserstoffs bei gewöhnlicher Temperatur durch frisches Blut, und zwar unter Sauerstoffabschluss, so nahm dasselbe bald eine schmierige Farbe an. Weitere Veränderungen traten dann an dem Blute nicht mehr auf, auch dann nicht, wenn die Durchleitung des Arsenwasserstoffgases noch Tage lang fortgesetzt wurde. Nach mehrtägigem Durchleiten des Gases zeigten sich auch die roten Blutkörperchen noch wohl erhalten. Dasselbe Ergebnis hatte der Versuch, wenn er bei Erwärmung des Blutes auf Körpertemperatur vorgenommen wurde.

Leitete man aber durch Blut, welches selbst nur kurze

Zeit (5 Minuten) mit Arsenwasserstoffgas behandelt worden war, unmittelbar hinterher Sauerstoff oder atmosphärische Luft, so waren nach zwölf Stunden bereits sämtliche Erythrocyten aufgelöst. Ebenso verlief der Versuch, wenn er Blut mit einem Gemisch von Arsenwasserstoff und atmosphärischer Luft behandelte.

Die Untersuchung der Reaktion des Blutes in den verschiedensten Phasen ergab, auch nachdem sämtliche Erythrocyten aufgelöst waren, dass seine Alkalescenz keineswegs an Intensität abgenommen hatte.

Diese Versuche Naunyns beweisen einmal, dass das Arsenwasserstoffgas die Erythrocyten aufzulösen vermag, dass es aber diese seine Wirkung nur bei Gegenwart von Sauerstoff, der ja im Blute des lebenden Organismus stets vorhanden ist, ausüben kann. Dann geht daraus hervor, dass die Temperatur des Blutes für die Entfaltung dieser Wirkung gleichgültig ist. Ferner spricht die unverändert erhaltene Alkalescenz des Blutes unzweifelhaft dafür, dass die Wirkung des Arsenwasserstoffs mit grösster Wahrscheinlichkeit dem unveränderten Gase zuzuschreiben ist, nicht, wie man annehmen könnte, auf Bildung von Arsensäure oder arseniger Säure beruht, deren Entstehung durch Oxydation des Arsenwasserstoffs auf den ersten Blick ja möglich erscheinen könnte.

Aus den angeführten Versuchen beider Autoren geht hervor, dass die Wirkung des Arsenwasserstoffs auf die Erythrocyten eine äusserst deletäre ist. Man muss sich sagen, dass durch diese Alteration der roten Blutkörperchen deren Funktion als Sauerstoffträger aufgehoben wird, und dass dadurch das Leben wird gefährdet werden können. Und in der That beweisen die Tierversuche, die Vogel, Naunyn und Eulenberg, letztere beide in grossem Massstabe, anstellten, dass durch die hämolytische Wirkung des

Arsenwasserstoffgases der tierische Organismus in kurzer Zeit zu Grunde geht.

Vogel liess einem grossen Hund ganz kurze Zeit mit Arsenwasserstoff gemischtes Wasserstoffgas einatmen. Kurze Zeit nach der Inhalation des Gases entleerte das Tier einen stark alkalischen, braunschwarzen Harn, der im Sediment keine Erythrocyten enthielt, beim Kochen unter Zusatz von Salpetersäure ein sehr reichliches, braunrotes Coagulum absetzte. Nach zwölf Stunden war der Harn des Tieres wieder normal, weitere krankhafte Veränderungen waren nicht zu bemerken.

Vogel hatte nach diesem Experimente, das er im Anschluss an einen von ihm beobachteten Fall von Arsenwasserstoffvergiftung anstellte, keinen Zweifel, dass es sich bei der eigentümlichen Verfärbung des Harns um den Übergang von Hämoglobin in denselben infolge einer Zerstörung der roten Blutkörperchen handelte. Dass das Tier keine schwereren Erscheinungen zeigte, ist wohl dadurch zu erklären, dass die Einatmungszeit eine ausserordentlich kurze war.

Eulenberg stellte zur Erforschung der Wirkung des Arsenwasserstoffgases an mehreren Tieren unter verschiedenen Bedingungen Versuche an. Die Vergiftung verlief bei den fünf Versuchstieren tödlich.

1. Versuch: Ein Kätzchen wurde in einen Kasten gebracht, während bereits Arsenwasserstoff in denselben geleitet wurde. Während der ersten 15 Minuten verhielt sich das Tier vollkommen ruhig, dann begann es zu taumeln und fiel mehrmals nieder. Nach 25 Minuten vermochte es sich nicht mehr zu erheben; die Atmung zeigte bald das Cheyne-Stokes'sche Phänomen, nach 30 Minuten erfolgte der Tod ohne Konvulsionen.

Von der sofort ausgeführten Sektion seien folgende Be-

funde hervorgehoben: Blut von tintenschwarzer Farbe, in der Harnblase blutiger Urin, Gehirn- und Rückenmarkshäute etwas hyperämisch.

Ein 2. Versuch, bei dem eine Katze erst mit Beginn der Arsenwasserstoffentwicklung in den Kasten gebracht wurde, verlief dem vorigen völlig analog. Nur erfolgte der Tod etwas später. Auch das Sektionsergebnis war das gleiche.

3. Versuch: Ein sechs Wochen altes Hündchen zeigte 15 Minuten nach begonnener Einleitung des Gases mühsame Respiration bei gesenktem Kopf, mit hervortretenden Augen. Nach 25 Minuten setzte es sich auf die Hinterbeine und bot das vollkommene Bild eines astmatischen Anfalls. Nach 30 Minuten stürzte es unter starker Dyspnoe zusammen, nach 35 Minuten trat der Tod ein.

Die sofortige Sektion ergab multiple, frische, hämorrhagische Infarkte der Lungen, Ödem der Lungen; Harnblase vollständig mit dunkelbraun-rotem Urin gefüllt. Blut schwärzlich, lackfarben; das sich beim Stehenlassen des Blutes ausscheidende Serum zeigte sich nicht hell und durchsichtig, sondern von Blutfarbstoff braunrot verfärbt.

4. Versuch: Eine junge Katze wurde mit Beginn der Einleitung des Arsenwasserstoffgases in den Kasten gebracht, taumelte bereits nach acht Minuten und vermochte sich nach 20 Minuten nicht mehr zu erheben; die Atmung war äusserst mühsam. Nun wurde das Tier ins Freie verbracht. Es verblieb aber in einem asphyktischen Zustand und ging nach 35 Minuten zu Grunde. Die Autopsie ergab den gleichen Befund wie bei den ersten Versuchen.

5. Versuch: Es wurden 60 ccm Arsenwasserstoff in den Kasten geleitet, in dem sich eine junge Katze befand. Bald war sie ausser stande, aufrecht zu stehen. Es wurden nun nach fünf Minuten weitere 28 ccm des Gases zugeleitet,

worauf sich Erbrechen und starke Dyspnoe einstellten. Nach 30 Minuten ging das Tier zu Grunde. Der Sektionsbefund glich dem der beiden ersten Versuche vollständig.

Diese Versuche Eulenbergs zeigen als hervorstechendstes Symptom in allen Fällen grossen Lufthunger, besonders der dritte Versuch, bei dem das Hündchen das ausgesprochene Bild eines asthmatischen Anfalls bot. Der Tod erfolgte, obwohl das Gas in einem gewöhnlichen kleinen Gasentwicklungsapparate, wie er in Laboratorien gebräuchlich ist, entwickelt wurde und nebenbei sehr viel Wasserstoff enthielt, doch innerhalb 30—35 Minuten; selbst beim vierten Versuche, wo das Tier bereits nach 20 Minuten aus der Arsenwasserstoffatmosphäre entfernt wurde, trat der Tod schon nach 35 Minuten ein. Besonders instruktiv ist der fünfte Versuch, der zeigt, wie geringe Mengen des Gases schon zur Vergiftung genügen. Die in diesem Falle zugeleiteten 60 ccm Arsenwasserstoffgas entsprechen mit Berücksichtigung des Rauminhalts des von Eulenberg angewandten Kastens 0,168 Vol. %, die später zugeleiteten 28 ccm nur 0,079 Vol. %, so dass der Tod bereits nach Einwirkung von 0,247 Vol. % erfolgte.

Der Sektionsbefund bewies die eingetretene Hämoglobinämie durch die Lackfarbe des Blutes, auch der Harn zeigte sich hämoglobinhaltig. In einem Falle zeigten sich hämorrhagische Infarkte in den Lungen. Diese können dadurch zu stande kommen, dass die aus dem Zerfall der Leucocyten entstandenen Detritusmassen in den Capillaren stecken bleiben und so zur Infarktbildung veranlassen. Dann sind aber viele Toxikologen, wie Kobert und Jaksch, der Ansicht, dass das gelöste Hämoglobin auch zu einer Auflösung der Leucocyten führt. Dadurch wird Fibrinferment frei und Thrombenbildung und Embolie sind so leicht verständlich. Dass das Blut der vergifteten Tiere in der That Blutfarbstoff

enthielt, geht auch daraus hervor, dass das zu einem Blutkuchen geronnene Blut derselben ein Serum ausschwitzte, das nicht, wie gewöhnlich, hell und bernsteingelb aussah, sondern braunrot verfärbt war.

Naunyn stellte seine Versuche gelegentlich seiner Studien über die Frage des hämatogenen Ikterus an. Er benützte in äusserst genialer Weise zwei Wege, um eine Arsenwasserstoffintoxikation der Tiere hervorzurufen. Zunächst liess er sie ein Gemisch von Arsenwasserstoff, Wasserstoff und atmosphärische Luft einatmen.

1. Versuch: Auf diese Art behandelte er zunächst einen kräftigen, männlichen Wachtelhund. Derselbe entleerte bald 400 ccm eines vollkommen wie lackfarbenes Blut aussehenden Urins von alkalischer Reaktion. Beim Kochen gestand derselbe zu einem dunkelbraunem Coagulum. Das Sediment erwies sich unter dem Mikroskop als aus Tripelphosphaten und Detritusmassen bestehend. Rote Blutkörperchen waren in demselben nicht vorhanden. Spektroskopisch zeigte der Urin äusserst evident noch bei 20facher Verdünnung die Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins, schwach den des Hämatins. — Der Hund wurde bald sehr hinfällig, seine Haut kühl, Conjunctiva und Schleimhäute sehr blass. Noch am gleichen Tage ging er zu Grunde, nachdem das Tier noch unmittelbar vorher einen Urin entleert hatte, der sich ganz von derselben Beschaffenheit wie der erste erwies.

Die Sektion ergab an wesentlichen Befunden Folgendes: Am Herzen befanden sich unter dem Endocard des linken Ventrikels zwei stecknadelkopfgrosse Ecchymosen. Ein sehr auffälliges Verhalten zeigten die Nieren; die Oberfläche derselben erschien durch zahlreiche bis hirsekorngrosse, blauschwarze Flecken auffallend bunt. Legte man an solchen Stellen durch die Nierensubstanz Schnitte an, so fand man,

dass diese Flecken durch zahlreiche Herde von entsprechender Grösse und Farbe bedingt waren. Am zahlreichsten erwiesen sie sich in den oberflächlichen Partien der Rindensubstanz und zeigten hier deutliche Keilform, mit der Basis des Keils gegen die Oberfläche des Organs gerichtet. Die mikroskopische Untersuchung dieser Stellen ergab, dass hier die gewundenen Harnkanälchen vollkommen erfüllt waren von massenhaften roten Kristallen, die ganz das Aussehen der Kristalle des Hundehämoglobins hatten. Blutkörperchen waren in den Harnkanälchen nirgends zu entdecken. Die Blase war mit Urin gefüllt, der dem entleerten völlig glich, die Blasenschleimhaut normal. Die übrigen Organe waren sehr anämisch, sonst ohne Befund.

Bei zwei Kaninchen und einem Pudel wurde der gleiche Modus der Intoxikation gewählt.

2. Versuch: Bei dem ersten Kaninchen zeigte der Urin makroskopisch die gleiche Beschaffenheit, enthielt aber neben Tripelphosphaten eigentümliche grüne Kügelchen, erheblich kleiner als rote Blutkörperchen.

Die Sektion des Tieres wich in ihren Ergebnissen im allgemeinen von denen des ersten Versuches nicht ab. Auch die Nieren zeigten makroskopisch dasselbe Verhalten; mikroskopisch aber sah man an den betreffenden Stellen die Harnkanälchen erfüllt mit jenen grünen Kügelchen, die sich im Harnsedimente gezeigt hatten. An den einzelnen Bezirken konnte man mit Sicherheit erkennen, dass diese Kügelchen eigentümlich veränderten roten Blutkörperchen entsprachen. Man sah dort alle Übergänge von einzelnen noch als solche zu erkennenden Erythrocyten bis zu diesen Kügelchen. Die übrigen Organe waren anämisch, sonst ohne Befund.

Der 3. Versuch mit einem zweiten Kaninchen verlief ebenso, doch fehlte die eigentümliche Veränderung der roten Blutkörperchen.

4. Versuch: Bei einem grossen Pudel kam ebenfalls das genannte Gemisch zur Einatmung und zwar Mittags 25 Minuten lang. Am darauffolgenden Mittag wurde ein fast schwarzer, alkalischer Urin entleert, der haufenweise jene grünen Kügelchen enthielt und viel Hämoglobin, dessen Anwesenheit spektroskopisch dargethan wurde. Ausserdem gab der Urin starke Gallenfarbstoffreaktion. Am zweiten Mittag behält der Urin gleiche Beschaffenheit. Trotzdem läuft der Hund ohne jedes Zeichen von Krankheit umher. Seine Körpertemperatur und Pulsfrequenz sind vollkommen normal. Am dritten Tage zeigte der Harn des Tieres neutrale Reaktion, und bei der spektroskopischen Untersuchung neben den Linien des Oxyhämoglobins die des Hämatins. Auch starke Gallenfarbstoffreaktion bestand fort. An den folgenden Tagen waren weder Hämoglobin noch Eiweiss im Harn nachweisbar, dagegen Gallenfarbstoff noch längere Zeit.

Um nun leichtere, d. h. nicht oder weniger schnell tödliche Fälle von Arsenwasserstoffvergiftung zu erzielen, wählte Naunyn jetzt einen neuen Modus der Intoxikation. Er gab den Tierren mit der Nahrung Arsenzink; es wird nämlich durch die Salzsäure des Magens aus dem eingeführten Arsenzink Arsenwasserstoff entwickelt. Das so gebildete Gas wird ins Blut resorbiert und wird so offenbar dieselben Erscheinungen bedingen wie bei der Inhalation.

1. Versuch: Einem kräftigen Kaninchen wird 0,1 gr Arsenzink in Pillen von Semmelkrume in den Magen gebracht. Versuchszeit mittags 12 Uhr. Um 4 Uhr nachmittags Urin noch normal, der Nachturin enthält aber viel Hämoglobin, keine roten Blutkörperchen. Tod am zweiten Tag. Die Sektion ergibt ziemlich starke Verfettung des Leberparenchyms, sonst keine Besonderheiten.

2. Versuch: Ein zweites Kaninchen erhält abends 5 Uhr 0,02 gr Arsenzink. Am anderen Morgen ist der Urin

hämoglobinhaltig, am Nachmittag des zweiten Tages jedoch schon wieder frei von Hämoglobin und enthält nur noch spärlich Eiweiss. Vom dritten Tage an bleibt der Urin eiweissfrei.

3. Versuch: Eine grosse Bulldogge erhält 1 gr Arsenzink, ohne dass es, abgesehen von geringer Albuminurie, zu Störung ihres Befindens kam.

Mehrere weitere Intoxikationen von Kaninchen mit Arsenzink verliefen wie der erste Versuch dieser Reihe.

Die im Vorstehenden angeführten Versuche Naunyns bieten eine Fülle des Interessanten. Schon der erste Versuch der ersten Reihe, in welcher den Tieren das Gasgemische zugeführt wurde, verdient wegen des Nierenbefundes besondere Erwähnung. Die Auffindung des kristallisierten Hämoglobins in den Harnkanälchen ist doch ein deutlicher Beweis dafür, dass die Arsenwasserstoffvergiftung, wie Naunyn sagt, das reine Bild der Blutkörperchenauflösung darstellt. Dass die Ausfüllung der Nierenkanälchen in so ausgedehnter Weise mit derartigen Krystallsäulen, oder aber, wie es meistens bei den Versuchen sich zeigte, mit so gewaltigen Detritusmassen eine schwere Beeinträchtigung der Harnsekretion darstellt, dass so das Bild der Dysurie und Anurie, wie es beim Menschen als Folge der Arsenwasserstoffvergiftung auftritt, entstehen kann, ist wohl unzweifelhaft.

Der zweite und dritte Versuch der ersten Reihe sind dadurch wertvoll, dass durch sie die Zerstörung der Erythrocyten direkt der mikroskopischen Beobachtung zugänglich wurde. Man konnte in diesen Fällen alle Übergänge von einzelnen wohl erhaltenen Erythrocyten bis zu geschrumpften Kügelchen und zu Detritusmassen beobachten. Bei dem vierten Falle dieser Versuchsreihe ist das Auftreten von Gallenfarbstoff deshalb von Interesse, weil alle am Menschen beobachteten Fälle von AsH_3-Vergiftung mit Ikterus ver-

liefen. Die Erklärung ist darin zu suchen, dass die Leber bei so reicher Zufuhr von gelöstem Blutfarbstoff erheblich mehr Gallenfarbstoff als in der Norm produziert, während die Menge der abgesonderten Galle quantitativ wenig oder gar nicht vermehrt ist. Dadurch wird die Galle zäher, der Abfluss derselben bedeutend erschwert, und schliesslich kommt es zur Resorption von Gallebestandteilen und damit zur Entstehung von Ikterus und zur Ausscheidung von Gallebestandteilen im Harn. Die Lehre von der hämatogenen Entstehung des Ikterus braucht also keineswegs zur Erklärung herangezogen zu werden. Bei demselben Versuch zeigte sich neben Hämoglobin auch Hämatin in dem ausgeschiedenen Harn, allerdings erst am dritten Tage. Dies beruht wahrscheinlich darauf, dass das gelöste Hämoglobin eine sehr leicht dissociable Verbindung darstellt, und auch durch die Thätigkeit einzelner Organe, besonders der Leber, in seine beiden Komponenten zerlegt wird, in Hämatin und einen globulinartigen Eiweisskörper.

Die Versuche Naunyns mit der Einatmung von Arsenwasserstoff sowohl, wie die mit der Gabe von Arsenzink beweisen ferner, dass die Tiere die Intoxikation ohne Schaden überstehen, wenn die Aufnahme von Arsenwasserstoff nur eine ganz geringe ist. Der zweite Intoxikationsmodus hat ja den Vorteil, dass es aus der gegebenen Arsenzinkmenge ungefähr zu berechnen möglich ist, wie viel Arsenwasserstoff zur Wirksamkeit kommen wird. Durch geringe Gaben lassen sich so leichte Intoxikationen erzielen, die eine längere Beobachtung der Tiere und der durch die Noxe verursachten Veränderungen ermöglicht. Bei dem ersten Versuch der zweiten Reihe ist indes sicher eine vollständige Überführung des in den Magen eingebrachten Arsenzinks in Arsenwasserstoff ausgeblieben. Dies zeigte sich deutlich bei der Sektion, die eine fettige Degeneration der Leber ergab. Es handelte

sich also um eine Kombination der durch Hämoglobinanämie und Hämoglobinurie gekennzeichneten Arsenwasserstoffvergiftung mit akuter Arsenvergiftung. Sonst verliefen diese Versuche ganz analog wie die mit der Inhalation des Arsenwasserstoffs angestellten.

Die Tierversuche beider Autoren ergeben ferner, dass sowohl die bei den vergifteten Tieren auftretenden Symptome wie der Obduktionsbefund ungezwungen mit der hämolytischen Wirkung des Arsenwasserstoffgases zu erklären sind. Bei Tieren ist das augenfälligste Symptom äusserst heftige Dyspnoe, die von der plötzlichen Zerstörung so vieler Sauerstoffträger abzuleiten ist. Hat die Zerstörung der Erythrocyten eine gewisse Höhe erreicht, so gehen die Tiere an Sauerstoffinsufficienz zu Grunde. Die Auflösung der roten Blutkörperchen dokumentierte sich bei allen Versuchen bald durch Hämoglobinurie; die Streifen des Oxyhämoglobins liessen sich spektroskopisch in mehreren Fällen nachweisen. Dass es sich nicht etwa um Hämaturie, also um Ausscheidung unveränderter Blutbestandteile, handelte, ergab die mikroskopische Untersuchung des Harns, die kein einziges unverändertes rotes Blutkörperchen erkennen liess. Symptome der Resorption von Gallebestandteilen traten nur bei einem Versuche auf, im Gegensatz zu den Vergiftungserscheinungen beim Menschen, bei dem Ikterus ein konstantes Glied in der Symptomenkette der Arsenwasserstoffintoxikation ist.

Die Erklärung der pathologisch-anatomischen Befunde wurde bereits oben gegeben. Als ganz konstanter Befund ergab sich bei sämtlichen Tierobduktionen Anfüllung der Harnblase mit blutigem Urin bei intakter Blasenschleimhaut, fernerhin bei den unmittelbar post mortem vorgenommenen Sektionen ausgesprochene Lackfarbe des Blutes. Besonders häufig wurde eine Infarzierung der Harnkanälchen mit

Detritusmassen angetroffen, ein Vorkommnis, dessen eventuelle Folgen oben bereits angedeutet wurden.

In vielen Beziehungen dem Tierexperiment völlig analog verliefen die bisher am Menschen beobachteten Vergiftungsfälle durch Arsenwasserstoffgas. Soweit sie in der Litteratur niedergelegt sind, seien sie hier in chronologischer Reihenfolge zusammengestellt.

Der erste bekannte Fall betrifft den berühmten Münchener Chemiker Gehlen, der im Jahre 1815 durch Arsenwasserstoffvergiftung zu Grunde ging. Eine Krankengeschichte desselben konnte ich leider nirgends finden; aus Bemerkungen, die sich an den verschiedensten Stellen fanden, liess sich jedoch Folgendes ermitteln: Gehlen schmolz fein pulverisierte arsenige Säure mit Ätzkali zusammen; dadurch entstand ein Gemenge von arsenigsaurem Kali und Arsenkali. Er feuchtete dieses nun mit Wasser an, es zerfiel, und zugleich trat eine heftige Entwicklung von Arsenwasserstoff ein. Gehlen wurde ein Opfer dieses Versuches, der nicht mit der nötigen Vorsicht angestellt war, da Gehlen die heftige Gasentwicklung nicht erwartet hatte. Nach einer Stunde wurde er von ausserordentlicher Schwäche und Übelkeit befallen, es trat blutiger Urin, dann Anurie auf. Am neunten Tage trat der Tod ein.

Ein zweiter Fall betrifft den Dubliner Chemiker Brittan und ist von O'Reilly mitgeteilt worden. Derselbe atmete 150 ccm Wasserstoff ein, den er irrtümlicherweise für völlig chemisch rein hielt. Er wurde sofort bewusstlos und liess blutigen Urin abgehen. Der Puls war klein und äusserst frequent, die Temperatur subnormal. Am zweiten Tage trat Ikterus auf, dann heftiges Erbrechen. Es trat völlige Anurie auf, bei öfterem Katheterismus auch an folgenden Tagen wurde die Blase stets leer gefunden. Am fünften Tage stellten sich Ödeme ein, die an den Lidern zuerst auftraten,

der Kranke wurde comatös und ging am siebenten Tage zu Grunde.

Die Sektion ergab im wesentlichen Schwellung von Leber, Milz und Nieren; letztere waren von tief livider Farbe. Die Harnblase war leer.

Einen ganz leichten Fall von Arsenwasserstoffvergiftung hat Vogel beobachtet. Einer seiner Freunde hatte mit Wasserstoffgas, das aus Zink und Schwefelsäure bereitet wurde, experimentiert, und durch zweimaliges Saugen an einer mit diesem Gas gefüllten Röhre davon eingeatmet. Unmittelbar darauf stellten sich Schwäche und Ohnmachtsgefühl ein. Diese Symptome verschwanden jedoch bald wieder und wären nicht weiter beachtet worden, wenn der bald darauf entleerte Urin nicht eigentümliche schwarze Farbe gezeigt hätte. Die objektive Untersuchung des Patienten selbst war resultatlos. Der angesäuerte Urin lieferte beim Kochen einen dicken, braunen Niederschlag; das Sediment desselben enthielt keine Erythrocyten, die spektroskopische Untersuchung ergab Oxyhämoglobin. Während der folgenden 36 Stunden hatte der Urin noch die gleiche Beschaffenheit, dann aber blieb er frei von Hämoglobin und Eiweiss.

Vogel klärte den Fall dadurch auf, dass er in dem aus den verwendeten Materialien, Zink und Schwefelsäure, entwickelten Gase Arsenwasserstoff nachwies und mit diesem Gase bei einem Hunde ebenfalls Hämoglobinurie zu erzeugen vermochte.

Ein vierter Fall wird von Ollivier mitgeteilt. Er betrifft wiederum einen Chemiker, einen jungen Mann von 22 Jahren. Derselbe entwickelte bei einem Versuche über Anilinbereitung eine ziemliche Quantität Arsenwasserstoff, der sich in der Luft des Laboratoriums verteilte. Nach einer Stunde, um 8 Uhr morgens, fühlte er Kopfschmerzen. Er arbeitete darauf ohne grössere Beschwerden noch sechs

Stunden, und ass dann noch mit gutem Appetit. Dann aber stellte sich äusserst intensiver Kopfschmerz und heftigste Übelkeit ein, so dass er sich ins Krankenhaus aufnehmen liess. Dort fiel eine stark beschleunigte Respiration auf; es war aber perkutorisch und auskultatorisch auf den Lungen nichts nachweisbar. Auf Applikation von Sinapismen und Einreibungen fühlte sich Patient bald wohler. Gegen Abend entleerte er 200 ccm hämoglobinhaltigen Harns. An den folgenden Tagen aber trat völlige Anurie auf, der Kranke wurde somnolent und starb am Abend des fünften Tages. Der Puls war andauernd sehr beschleunigt gewesen, Ikterus war nicht aufgetreten. Aderlässe waren mit nur kurzdauerndem Erfolg angewandt worden. Die Sektion ergab Vergrösserung von Milz und Nieren.

Über eine Reihe technischer, durch Arsenwasserstoff veranlasster Vergiftungen hat Trost berichtet. Auf einer Bleihütte bei Aachen wurde das im Blei enthaltene Silber dadurch zu gewinnen versucht, dass man durch Zusammenschmelzen des silberhaltigen Bleies mit Zink eine Zinksilberlegierung herstellte. Diese schwimmt dann in der schmelzenden Masse oben, so dass sie mit Schöpflöffeln entfernt werden kann. Diese Zinksilberlegierung wird in der Kälte mit Salzsäure behandelt. Es entsteht dadurch unlösliches Chlorsilber und lösliches Chlorzink. Bei dieser Methode der Silbergewinnung vernachlässigte man nun, dass sowohl Zink- wie Salzsäure des Handels Arsen enthalten, und dass dadurch bei der Einwirkung beider aufeinander alle Bedingungen zur Entwicklung von Arsenwasserstoff gegeben sind. Da diese Arbeit an offenen Bottichen ausgeführt wurde, erkrankten sämtliche fünf an diesen beschäftigte Arbeiter unter den Symptomen der Intoxikation durch Arsenwasserstoff, drei derselben starben. Die Vergiftungssymptome waren im grossen und ganzen bei allen Fällen die gleichen. Als

Beispiel seien hier die Krankengeschichten zweier Arbeiter angeführt, eines wieder genesenen und eines zweiten, der erlag.

Ein junger Arbeiter, 22 Jahre alt, war mit dem Eingiessen der Salzsäure in einen Bottich und mit dem Verrühren des Gemenges beschäftigt. Nachdem er den Vormittag über gearbeitet hatte, erkrankte er plötzlich mit Schwindelgefühl, Aufstossen, Brechreiz, wozu sich noch bedeutendes Prostrationsgefühl und Dyspnoe gesellten. Er ging daher nach Hause und brauchte zu seinem Heimweg, den er sonst in ein einhalb Stunden zurücklegte, vier Stunden. Am andern Morgen versuchte er, wieder zu arbeiten, sah aber bald, dass er dazu ausser stande war, und kehrte nach Hause zurück. Er musste sich zu Bette legen und verfiel sofort in tiefen Schlaf, aus dem er kaum zu erwecken war. Am folgenden Tage waren Haut und Conjunctiva bulbi ikterisch gefärbt, die Atmung dyspnoisch, der Puls sehr frequent, es wurde wenig blutiger Urin entleert. Der somnolente Zustand dauerte vier Tage, Hämoglobin war nur zwei Tage im Harn nachweisbar. Nach 17 Tagen konnte Patient das Bett verlassen, brauchte aber eine Rekonvalescenz von mehreren Monaten bis zur völligen Restitution.

Von den Krankengeschichten der drei Erlegenen sei hier die eines Hüttenmeisters erwähnt, der das ganze Verfahren beaufsichtigte. Er erkrankte ebenfalls mit Kopfschmerzen, Brechneigung und grosser Abgeschlagenheit. Am zweiten Tage nahm die Prostration noch zu, die Harnausscheidung war äusserst gering, der Urin hatte ein blutiges Aussehen. Die Haut und die Sclerae zeigten intensive, ikterische Verfärbung. Puls und Respiration waren äusserst frequent. Der Schwächezustand nahm zu, die ausgeschiedene Urinmenge blieb minimal. Am vierten Tage stellten sich Delirien ein, die bald in einen soporösen Zustand übergingen. Am sechsten Tage trat der Exitus ein.

Aus den Obduktionsbefunden der drei Verstorbenen sei das Wichtigste hervorgehoben. An allen Leichen zeigte sich deutlicher Ikterus, auch das Peritoneum war gelblich verfärbt. Die Leber war in allen Fällen etwas vergrössert, die Gallenblase war zweimal strotzend mit zähflüssiger Galle gefüllt. Bei einem Falle war die Milz intumesziert; die Nieren waren in allen Fällen hyperämisch, aber nur einmal deutlich vergrössert. Im Magen, im Blut, in den Nieren, in der Lunge gelang es, Arsen zu finden.

Nicht ganz so unglücklich verliefen vier Fälle, die Wächter beobachtete. Vier Italiener entwickelten mit einem sehr unvollkommenen Apparate in einer schlecht ventilierten Kammer Wasserstoffgas, um damit kleine Luftballons, wie sie zur Belustigung der Kinder dienen, zu füllen. Nach dreistündiger Arbeitszeit erkrankten plötzlich alle vier mit Mattigkeit, Kopfschmerz, Übelkeit, Erbrechen. Am folgenden Morgen traten Hämoglobinurie und Ikterus auf; deshalb suchten die Leute das Krankenhaus auf. Die dort auf Arsenwasserstoffvergiftung gestellte Diagnose wurde durch die Untersuchung des angewendeten Zinks bestätigt.

Es stellten sich bald schwerere Symptome ein. Die rapide Vernichtung so vieler Sauerstoffträger durch den Arsenwasserstoff zeigte sich in wachsender Atemnot und Todesangst. In dem schwersten Falle, der als der einzige letal endete, erreichte die Frequenz der Atemzüge am dritten Tage 40 in der Minute; auch der Puls war bei allen Kranken sehr frequent. Die in allen Fällen vorhandene Hämoglobinurie dauerte in dem leichtesten der Fälle drei Tage, in dem schwersten, tödlichen, zehn Tage, und ging mit reichlicher Desquamation der Epithelien der Harnkanälchen einher; auch Ikterus war bei allen vorhanden. Milz und Leber waren in allen Fällen als vergrössert nachweisbar.

Die drei leichter Erkrankten konnten am 11., 15. und

19. Krankheitstage ohne eine Spur chronischen Siechtums entlassen werden. Der vierte starb am zehnten Tage, ohne Somnolenz an den Folgen der Anämie, die sich in den letzten Tagen durch ein systolisches Geräusch an der Herzspitze dokumentierte.

Die Autopsie ergab an wesentlichen Befunden zahlreiche subpleurale Ecchymosen der Lunge, Vergrösserung der Milz und reichliche subperitoneale Ecchymosen der Leber. Die Gallenblase war mit äusserst zähflüssiger Galle strotzend gefüllt. Die Nieren hatten normale Grösse, waren auf dem Durchschnitt gleichmässig dunkel gefärbt, verhältnismässig blutreich. Mikroskopisch konnte man die meisten Harnkanälchen in Pyramiden und Rindensubstanz von zerfallenden roten Blutkörperchen förmlich ausgestopft sehen. Die lymphatischen Apparate des Intestinaltraktus waren geschwellt und auf dem Durchschnitt bläulich gefärbt.

Mehrere leichte Fälle von Arsenwasserstoffvergiftung beobachtete Eittner. Ein Lehrer der Physik erkrankte plötzlich mit starkem Frösteln. In der folgenden Nacht schlief er sehr unruhig, und am Morgen zeigte der Urin das Aussehen von flüssigem Blut. Im übrigen fühlte er sich sehr abgeschlagen, die Appetenz war äusserst gering. Der nun hinzugezogene Arzt konstatierte Ikterus und Hämoglobinurie. Am dritten Tage befand sich der Patient wieder vollkommen wohl und ging deshalb wieder in die Schule. Am Abend jedoch zeigte sich wieder Hämoglobinurie. Die mikroskopische Harnuntersuchung ergab keine roten Blutkörperchen, die chemische Untersuchung aber Hämoglobin. Vom fünften Tage an befand er sich wieder vollständig wohl.

Nachträglich stellte sich nun heraus, dass zwei Schüler und ein anderer Lehrer unter denselben Erscheinungen erkrankt waren. Als Ursache ergab sich, dass sie alle Sprechversuche in Wasserstoffgas gemacht hatten, um zu zeigen,

dass dabei die Stimme eine andere Klangfarbe annimmt. Das Wasserstoffgas war aber aus rohem Zink und käuflicher, stark As-haltiger Schwefelsäure dargestellt worden. Der Lehrer hatte dasselbe mit den drei anderen Personen zur Demonstration eingeatmet. Die beiden Schüler und der andere Lehrer bekamen nur leichten Ikterus und Hämoglobinurie.

Fünf Fälle von industrieller Arsenwasserstoffvergiftung, die mit den von Trost veröffentlichten grosse Ähnlichkeit besitzen, hat Sury-Bienz mitgeteilt. Fünf Arbeiter hatten bei der Fabrikation von Chlorzink in einem offenen Troge Zink mit Salzsäure zu übergiessen. Der Älteste, der diese Arbeit zu überwachen hatte, ein Mann von 48 Jahren, erkrankte rasch an heftiger Strangurie. Er sonderte nur wenig dunkelroten Urin ab. Am zweiten Tage trat Ikterus auf, Milz- und Leberschwellung waren deutlich nachweisbar. Vom vierten Tage an bestand völlige Anurie und nach acht Tagen ging der Kranke zu Grunde. Die Harnuntersuchung ergab Hämoglobin und Spuren von Gallenfarbstoff, die Blutuntersuchung eine stetig abnehmende Erythrocytenzahl und viele Trümmer zerstörter roter Blutkörperchen.

Von dem Sektionsbefund sind, abgesehen von den Farbenveränderungen der Haut und der Conjunctiva bulbi, Ödem des Gehirns und terminales Lungenödem erwähnenswert, ausserdem Vergrösserung von Leber, Milz und Nieren.

Die Vergiftung aller übrigen Arbeiter, die sich nicht so lange in der Nähe des Troges aufhielten, verlief günstig. Sie erkrankten zwar sämtlich an Übelkeit, Kopfweh, Erbrechen, Blutharnen und Ikterus in verschieden hohem Grade, genasen aber sämtlich nach 8—14 Tagen.

In den letzten zwölf Jahren sind vier Fälle von Arsenwasserstoffvergiftung bekannt geworden. Zwei derselben wurden von dem französischen Kliniker Oulmont be-

obachtet, je einer von Storch und Schickhardt. Diesen vier Beobachtungen habe ich eine fünfte anzufügen, die hier an der II. medizinischen Klinik des Herrn Professors Dr. v. Bauer gemacht wurde.

Wenden wir uns zunächst den von Oulmont gesehenen Vergiftungsfällen zu.

Ein 25jähriger Mann war bei der Landung eines Luftballons behilflich, geriet dabei mit dem Kopfe in das Ballonventil, dem fortgesetzt Gas entströmte, und wurde dann sofort aus dieser unangenehmen Situation befreit. Dann aber stand er noch längere Zeit in der Nähe des Ventils und atmete das demselben mit Heftigkeit entströmende Gas ein. Bald wurde er von grosser Müdigkeit und heftigen Rückenschmerzen befallen. Am folgenden Tage zeigte sich grosse Prostration, Ikterus und völlige Anurie; mit dem Katheter konnten nur wenige Kubikcentimeter blutigen Urins entleert werden. Unter Darmblutungen trat am neunten Tage der Tod ein.

Von der Sektion dieses Falles ist besonders der Nierenbefund erwähnenswert: Beide Nieren waren von tiefdunkelroter Farbe. In der Rindensubstanz zeigten sich punktförmige Hämorrhagien. Mikroskopisch erschienen die Capillaren bedeutend erweitert, sowohl die gewundenen wie die geraden Harnkanälchen mit Detritusmassen, zerfallenden Erythrocyten und desquamierten Epithelien ausgefüllt. Die kubischen Zellen der Kanälchen waren durch diese Massen vollkommen abgeplattet.

Der zweite von Oulmont beobachtete Fall betrifft einen 22jährigen Passagier desselben Ballons, der die Intoxikation des eben erwähnten Kranken veranlasste. Dieser Ballon hatte um 33 cbm mehr Wasserstoffgas gefasst, als seiner gewöhnlichen Füllung entsprach. Infolgedessen musste während der Fahrt fortwährend Gas aus dem Ballon ent-

weichen, und der Kranke, der durch seine hohe Gestalt bis zum Ventil hinaufreichte, musste beständig von dem entweichenden Gase einatmen. Die Fahrt dauerte nur 25 Minuten. Zwei Stunden nach der Landung verlor der Kranke die Besinnung. Sein Gesicht sah cyanotisch aus, am Herzen war jedoch kein abnormer Befund zu erheben. Der Puls war sehr frequent und fadenförmig, auch die Respiration beschleunigt. Spontan wurde kein Urin entleert, mit dem Katheter erhielt man einen sehr spärlichen Harn, in dem Hämoglobin nachgewiesen wurde. Diese Anurie persistierte. Am fünften Tage stellte sich heftiges Erbrechen ein, am sechsten Tage trat unter urämischen Erscheinungen der Tod ein. — Die Autopsie wurde nicht vorgenommen.

Sehr eng an diese beiden Fälle Oulmonts schliesst sich eine Beobachtung Storchs an, die dieser kurze Zeit darauf machte:

Ein älterer Mann hatte zweimal an einem Tage je eine Stunde auf der Kuppel eines Ballons an der Dichtung eines grossen Lecks gearbeitet. Bei dieser Gelegenheit musste er von dem ausströmenden übelriechenden Gase einatmen. Beide Male trat nach der Arbeit Kopfweh und Übelkeit auf. Die chemische Untersuchung des Gases ergab, dass dasselbe sehr stark durch Arsenwasserstoff verunreinigt war. Am anderen Tage bestand bei dem Kranken ein äusserst intensiver Ikterus, die Temperatur war leicht febril, der Harn dunkel, schwarzrot, vom spez. Gewicht 1032. Derselbe wurde reichlich entleert und hatte ein massiges, braunrotes Sediment, das unter dem Mikroskop reichliche Detritus, aber keine Blutkörperchen und keine Cylinder enthielt. Gekocht erstarrte der Harn zu einer dunkelbraunen Gallerte. Am dritten Tage wurde, um die Diurese aufrecht zu erhalten, reichlich Wasser per os und per rectum gegeben. Der Harn war bedeutend klarer. In den folgenden Tagen besserte sich der Zustand zusehends.

Am sechsten Tage enthielt der Harn nur mehr Spuren von Eiweiss. Am neunten Tage war eine vorübergehende Vergrösserung der Leber nachweisbar. Der Ikterus bestand im ganzen vier Wochen, die Rekonvalescenz war eine langsame.

Der von Schickhardt mitgeteilte Fall betrifft einen Chemiker, der behufs Reduktion von Nitrosomethylanilin dieses der Einwirkung von Zinkstaub und Eisessig aussetzte. Infolge der Verunreinigung des Zinkstaubes mit Arsen hatte er offenbar ziemlich beträchtliche Mengen von Arsenwasserstoffgas, das sich neben dem Wasserstoff entwickelte, inhaliert. Erst nach einigen Stunden seigten sich die ersten Symptome: Appetitlosigkeit, Brechreiz, Schwäche, Oppresionsgefühl, Strangurie, Kopfschmerz. Am zweiten Tage trat Ikterus auf, der Puls war dauernd klein und frequent. Harn konnte jetzt wieder reichlich entleert werden; er enthielt Hämoglobin. Am dritten Tage war der Harn bereits wieder hämoglobinfrei, der Appetit relativ gut. Während der folgenden Tage traten öfter kollapsartige Zustände auf. Erst am zehnten Tage befand sich der Patient wieder vollkommen wohl.

Der nun folgende Fall von Arsenwasserstoffvergiftung wurde auf der II. medizinischen Klinik des Herrn Professor Dr. von Bauer beobachtet und mir von demselben gütigst überlassen:

Ein 17jähriger Fabrikarbeiter, der in einer Metallätzerei beschäftigt war, erkrankte am 20. Februar 1901 plötzlich mit heftigem Erbrechen; dem Erbrechen soll ein kurzer Ohnmachtsanfall vorausgegangen sein. Noch am Abend des gleichen Tages bemerkte der Patient Gelbfärbung seiner Haut.

Bei der am 21. II. erfolgenden Aufnahme ins Krankenhaus klagte er über heftige Kopfschmerzen, Abgeschlagenheit und Appetitlosigkeit.

Sonst waren die anamnestischen Angaben ohne Belang.

Der objektive Befund ergab Folgendes:

Mittelkräftiger Mann von gutem Ernährungszustand und entsprechender Muskulatur. Haut und Sclerae deutlich ikterisch verfärbt. Temperatur subfebril, 37.6°.

Die Lunge ergab weder perkutorisch noch auskultatorisch nachweisbare Anomalien.

Das Herz war nicht vergrössert, an der Herzspitze bestand ein leichtes, systolisches Geräusch. Puls ziemlich frequent und klein, 92.

Abdomen weich, nicht aufgetrieben und nicht druckempfindlich. Leber nicht nachweisbar vergrössert. Milz perkutorisch etwas vergrössert, aber nicht palpabel.

Nervensystem ohne Besonderheiten. Harn, von schwärzlicher Farbe, verdünnt erschien er lackfarben. Die Spektralanalyse ergab Oxyhämoglobin. Die Blutproben fielen positiv aus. Die Harnmenge war gering: 300 ccm, das spez. Gewicht 1030. Im Sediment fanden sich Detritusmassen, keine Erythrocyten.

Die Blutuntersuchung ergab 3 700 000 Erythrocyten; im Blute war spektralanalytisch nur Oyxhämoglobin nachweisbar. Der Hämoglobingehalt betrug 50%. Im Aufstrichpräparat finden sich punktierte Erythrocyten. Sonst ergaben sich keine Besonderheiten.

Nach der Anamnese, die ergab, dass der Kranke in einer Metallätzerei beschäftigt war, und nach dem charakteristischen objektiven Befund wurde die Diagnose auf Arsenwasserstoffvergiftung gestellt. Therapeutisch wurde Wildunger Wasser verordnet und die Diurese hob sich auch bald.

Am 23. II. ergab die Blutuntersuchung, dass die Zahl der Erythrocyten immer noch rapid sank, 2 200 000, der Hämoglobingehalt ebenso, 40%. Harn wurde jetzt reichlicher entleert, 1500 ccm, spezifisches Gewicht 1021. Das Senso-

rium war andauernd ungetrübt, die Temperatur normal, Puls noch ziemlich frequent, 100.

25. II. Harn wird sehr reichlich entleert, 2000 ccm, ist noch stark hämoglobinhaltig. Im Harnsediment zahlreiche Nierenepithelien und einige grobgranulierte Cylinder. Ikterus etwas geringer, Hämoglobingehalt 30%.

27. II. Im Befinden des Patienten machte sich jetzt bereits eine deutliche Besserung bemerkbar. Der Puls zeigt normale Frequenz, 70. Die Zahl der Erythrocyten ist wieder auf 3 810 000 gestiegen. Im Blutaufstrichpräparat fand man jetzt kernhaltige Erythrocyten, ein Zeichen, dass bereits lebhafte Regenerationsvorgänge sich geltend machten. Der Harn enthielt kein Hämoglobin mehr, wohl aber noch Eiweiss und im Sediment noch immer Epithelien.

Von da an erholte sich Patient sichtlich. Am 6. III. war der Ikterus bereits verschwunden. Der Hämoglobingehalt des Blutes hatte wieder 50% erreicht. Im Harn waren nur noch Spuren von Eiweiss.

Am 21. III. betrug der Hämoglobingehalt des Blutes 70%, der Harn war frei von Eiweiss und enthielt noch spärliche granulierte Cylinder.

Am 7. IV. betrug der Hämoglobingehalt 85%, und am 18. IV. konnte Patient gesund und arbeitsfähig entlassen werden. Bei seinem Austritt hatte er einen Hämoglobingehalt von 90%; im Harn waren weder Eiweiss noch Cylinder mehr vorhanden. In diesem so überaus günstig verlaufenen Falle hatte also die Rekonvalescenz sechs Wochen beansprucht.

Ziehen wir nun das Resumé aus den bisher am Menschen beobachteten Vergiftungsfällen und betrachten zunächst das Vorkommen der Arsenwasserstoffvergiftung. Relativ häufig kommt sie in chemischen Laboratorien vor. Der Grund hiefür ist darin zu suchen, dass auch zur Entwicklung

grösserer Mengen von Wasserstoffgas die rohen arsenhaltigen Ingredienzien benützt werden. Sowohl die meisten Metalle wie auch die Mineralsäuren enthalten in rohem Zustande oft bedeutende Mengen von Arsen. Wird der aus solchen Materialien entwickelte arsenwasserstoffhaltige Wasserstoff auch nur kurze Zeit eingeatmet, so treten Vergiftungserscheinungen auf; ist die Verunreinigung nur unbedeutend, so werden dieselben nur leicht sein. In diese Kategorie fallen die von Eittner und Vogel beobachteten Fälle. Bedeutend stärker muss die Verunreinigung im Falle Schickhardts gewesen sein, der trotz anfänglich sehr schwerer Symptome ja günstig verlief. Wird aber längere Zeit in einem geschlossenem Raume ein derartig mit Arsenwasserstoff verunreinigtes Wasserstoffgas entwickelt, so können dadurch tödliche Intoxikationen veranlasst werden, wie in den Fällen von Ollivier und O'Reilly, so gering auch diese Arsenwasserstoffmengen gegenüber denen sind, die in technischen Betrieben zur Entwicklung kommen können.

In solchen technischen Betrieben sind von Trost und von Sury-Bienz gleichzeitige Vergiftungen mehrerer Arbeiter gesehen worden. Bei den Beobachtungen beider Autoren handelte es sich darum, dass bei der Behandlung von Roherzen mit Säuren nicht auf deren hohen Gehalt an Arsen Rücksicht genommen wurde. Beide Male wurde diese Behandlung sogar in offenen Bottichen vorgenommen, so dass das sich neben dem Wasserstoff massenhaft entwickelnde Arsenwasserstoffgas in grossen Mengen eingeatmet werden musste. Diese mit derartigen Gefahren verbundene Methode der Silbergewinnung aus Bleierzen, wie sie in dem von Trost mitgeteilten Falle geübt wurde, ist daher vollständig aus der Technik verschwunden. Die Bereitung des Chlorzinks, die in den Fällen von Sury-Bienz durch Übergiesen rohen Zinks mit Salzsäure vorgenommen wurde, musste

aus denselben Gründen zu Arsenwasserstoffentwicklung führen. Jetzt ist bei derartigen Betrieben Fürsorge für die Absorption der Gase getroffen, die so unschädlich gemacht werden. In dem von mir mitgeteilten Falle kam es dadurch zur Intoxikation, dass sich bei der Ätzung von Metallen Arsenwasserstoff entwickelte. Jedenfalls waren auch hier, wie so oft, sowohl das zu ätzende Metall wie die verwendete Säure arsenhaltig.

Von Bedeutung sind ferner die durch Ballongas bedingten Intoxikationen. Diese kommen vor, seitdem zur Füllung von Luftballons nicht mehr Leuchtgas, sondern das spezifisch ja bedeutend leichtere Wasserstoffgas benützt wird, das so oft durch Arsenwasserstoff verunreinigt ist. Sowohl in dem Falle Storchs wie in den Fällen Oulmonts ist das Ballongas die Ursache ernster, ja tödlicher Vergiftungen geworden; auch Wächters Beobachtungen gehören hieher. Diese Gefährlichkeit des Ballongases involviert eine besondere Gefahr für die an Fesselballons angestellten Arbeiter, und es sind auch in neuerer Zeit Sicherheitsmassregeln vorgeschlagen worden, die später Erwähnung finden sollen. Die Herstellung eines vollständig von Arsenwasserstoff freien Wasserstoffgases für Ballons würde nicht durchzuführen sein, da chemisch reine Materialien in den für diesen Zweck nötigen Quantitäten zu teuer sein würden.

Auf einen weiteren Entstehungsmodus der Arsenwasserstoffvergiftung ist von Fleck hingewiesen worden. Derselbe suchte die Bedingungen festzustellen, unter denen sich möglicherweise aus dem arsenhaltigen Schweinfurter Grün Arsenwasserstoff entwickeln könnte. Dieses wird ja auch heute noch trotz der strengsten Verbote wegen der Schönheit seines Farbentons als Färbemittel für Tapeten benützt. Er macht zunächst darauf aufmerksam, dass das käufliche Schweinfurter Grün stets einen grösseren oder geringeren Gehalt an

arseniger Säure aufweist, die nicht gebunden ist. Auf feuchten Wänden könnte dann durch die Wirkung von Schimmelpilzen, die Wasserstoff entwickeln, eine Reduktion der arsenigen Säure stattfinden, und so Arsenwasserstoff entstehen. Allein nach Naunyn ist dieses sehr unwahrscheinlich; denn es wurden noch niemals auf diese Art entstandene Arsenwasserstoffvergiftungen beobachtet. Nach Massgabe der bei solchen Intoxikationen, die durch mit Schweinfurter Grün gefärbte Tapeten entstanden, aufgetretenen Symptome ist bei diesen vielmehr an einfache chronische Arsenvergiftungen zu denken. Der Symptomenkomplex derselben ist von dem der Arsenwasserstoffvergiftung vollkommen verschieden; ausserdem kennen wir nur eine akute Form der Arsenwasserstoffvergiftung. Die Versuche, die mit positivem Resultat gemacht wurden, um in der Luft solcher Zimmer Arsenwasserstoff nachzuweisen, sind nach Eulenberg chemisch nicht einwandsfrei; Abel erhielt sogar bei ausgedehnten Versuchen vollkommen negative Resultate.

Symptome und Verlauf der Vergiftung durch Arsenwasserstoff seien nun in kurzen Zügen geschildert. Handelt es sich nicht um ganz besonders leichte Fälle, wie in dem von Vogel beobachteten, so treten als erste Krankheitszeichen meist Kopfweh, Übelkeit und grosses Schwächegefühl auf. In manchen Fällen, so in den von Wächter mitgeteilten, zeigten sich diese Symptome erst nach mehreren Stunden, so dass die Leute, von keinem Gefühl des Unbehagens gewarnt, sich noch längere Zeit der Schädlichkeit aussetzten. Auf diese Weise können beträchtliche Quantitäten zur Einatmung gelangen, die dann im Organismus ihre deletäre Wirkung entfalten. Sehr frühzeitig zeigt der Harn durch Ausscheidung von Hämoglobin in demselben veränderte Beschaffenheit. Der blutige Harn macht oft die Kranken erst darauf aufmerksam, dass es sich um eine

ernstere Erkrankung handeln könnte, und führt sie zum Arzt; so ging es in dem von Eittner mitgeteilten Falle. Untersucht man jetzt den Harn spektroskopisch, so ergibt sich, dass seine rote Farbe durch seinen Gehalt an Oxyhämoglobin bedingt ist. Die Untersuchung des Harnsedimentes ergibt bei Arsenwasserstoffvergiftung niemals Erythrocyten, sondern meist sehr reichlichen Detritus, Nierenepithelien. In manchen Fällen fand man auch granulierte Cylinder; kommt es zur Ausscheidung von Hämoglobincylindern, so ist dies nach Storch von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die Prognose. Der Puls ist gewöhnlich von Anfang an sehr beschleunigt; auch die Respiration ist meist sehr frequent. In mehreren Fällen wurden leichte Temperatursteigerungen beobachtet, doch kamen auch Kollapstemperaturen vor. Ikterus trat in den meisten Fällen auf und zwar mit frappanter Regelmässigkeit am zweiten Tage. Eine üble prognostische Bedeutung ist demselben nicht zuzuschreiben. Eine Erklärung für denselben und den meist gleichzeitig erfolgenden Übertritt von Gallebestandteilen in den Harn ist bereits oben gelegentlich der Tierversuche gegeben worden. Am zweiten Tage macht sich meist auch die in vielen Fällen auftretende Oligurie und Anurie geltend, die, wenn sie peristiert, für den Ausgang verhängnisvoll wird. Die regelmässige Untersuchung des Blutes ergibt während der zwei ersten Tage, oft auch etwas länger, eine fortschreitende Abnahme der Erythrocytenzahl und des Hämoglobins, was wahrscheinlich auf einen allmählichen Zerfall der geschädigten roten Blutkörperchen zurückzuführen ist. Bei erfolgender Regeneration liefert sie einen Masstab für den Fortschritt derselben.

Der Verlauf hängt nun davon ab, ob die Verarmung des Blutes an Erythrocythen eine so beträchtliche ist, dass das Leben unmöglich wird. Erreicht der Zerfall derselben, der sich in seiner Wirkung mit einem plötzlichen starken

Blutverlust vergleichen lässt, eine solche Höhe, dann kommt es zur heftigsten Dyspnoe, zu Kollapsanfällen und schliesslich tritt der Tod ein. So gelagert ist der tödliche Fall Wächters, bei dem der Kranke an dem durch den kolossalen Erythrocytenverlust verursachten, einer akuten Anämie ganz ähnlichen Zustand, zu Grunde ging, der sich in den letzten Tagen durch ein systolisches Geräusch am Herzen dokumentierte.

In zweiter Linie ist es für den Ausgang von grosser Wichtigkeit, dass keine Anurie eintritt, oder dass sich wenigstens die Diurese bald wieder herstellt. Deshalb ist eine auf Erhaltung der Diurese hinzielende Therapie von grosser Wichtigkeit. Bleibt unbehinderte, reichliche Harnsekretion bestehen, so erholen sich die Kranken oft sehr rasch. Tritt aber Anurie ein, und bleibt sie bestehen, so machen sich bald urämische Erscheinungen geltend, Ödeme treten auf, die Kranken werden comatös und gehen rasch zu Grunde. So verlief z. B. der von Ollivier beobachtete Fall. Als Ursache der Harnretention ist nach den Ergebnissen des Tierexperiments und nach den Befunden an menschlichen Leichen die mechanische Behinderung der Sekretion durch die in den Harnkanälchen aufgehäuften Detritusmassen anzusehen. Der Tod trat in den bisher beobachteten Fällen zwischen dem vierten und dem zwölften Tage ein.

Tritt eine Wendung zum Bessern ein, so erfolgt sie nach den bisherigen Beobachtungen vor dem sechsten Tage. Wird die Vergiftung überstanden, so ist die Rekonvalescenz in der Mehrzahl der Fälle auffallend lang, sie kann sogar Monate in Anspruch nehmen.

Prognostisch ist vor allem wichtig, wie schon beim Verlauf der Vergiftung hervorgehoben wurde, ob es zur Harnverhaltung kommt. In den sehr schweren Fällen von

O'Reilly, Ollivier und Oulmont ist dieselbe ausdrücklich hervorgehoben. Im Harnbefund ist nach Storch das Fehlen von Hämoglobincylindern deshalb als günstiges Symptom zu betrachten, weil die Ausscheidung eines nur körnigen Sediments erhoffen lässt, dass keine ausgedehntere Verstopfung des harnsecernierenden Apparates eintreten wird. Hält die Anurie an, treten urämische Symptome auf, dann ist die Prognose absolut schlecht. In zweiter Linie ist die Blutkörperchenzählung und die Bestimmung des Hämoglobingehalts ein sehr wichtiger Anhaltspunkt für die Prognose. Ergibt sich eine sehr beträchtliche Herabsetzung des Hämoglobingehalts, eine bedeutende Verminderung der Erythrocyten so ist die Prognose immer ernst. Von den bisher bekannten 28 Fällen von Arsenwasserstoffvergiftung endeten 10, d. h. 35,7 %, tödlich; stets ist also die Prognose mit Vorsicht zu stellen.

Pathologisch-anatomisch ist von konstanteren Befunden zunächst die häufig anzutreffende Vergrösserung von Leber und Milz zu erwähnen. Zur Erklärung kommt einmal in Betracht, dass beide Organe zertrümmerte, rote Blutkörperchen aufnehmen, dann, dass sie in enger Beziehung zur Blutbereitung stehen. Von den gleichen Gesichtspunkten aus lässt sich die in Wächters Fall beobachtete Schwellung der lymphatischen Apparate des Darms verstehen. Die Gallenblase erweist sich in der Mehrzahl der Fälle stark mit zähflüssiger Galle gefüllt.

Die wichtigsten Veränderungen erleiden die Nieren, und diese haben auch bei den Obduktionen die meiste Beachtung gefunden. Makroskopisch erscheinen sie meist vergrössert und hyperämisch; die Verhältnisse zwischen Rinden- und Marksubstanz erscheinen gegenüber der Norm unverändert. Mikroskopisch findet man die Ausfüllung der Harnkanälchen mit Detritusmassen, zerfallenden Erythrocyten, desquamierten

Epithelien. Die Epithelien der Harnkanälchen können durch den Inhalt platt gedrückt erscheinen. Oulmont hat capilläre Blutungen in der Rindensubstanz beobachtet.

Die Diagnose ohne Anamnese zu stellen, wird in der Mehrzahl der Fälle von Arsenwasserstoffvergiftung wohl nicht möglich sein. Erfährt man aber, dass der Kranke, der Hämoglobinurie und Ikterus, die Kardinalsymptome der Arsenwasserstoffvergiftung, aufweist, an einem Orte weilte, wo die Entwicklung von Arsenwasserstoff möglich ist, dann muss man diese Diagnose in Erwägung ziehen. Andererseits muss man alle Stoffe, die ebenfalls Hämoglobinämie und Hämoglobinurie bedingen, anamnestisch ausschliessen können.

Die Prophylaxe der Arsenwasserstoffvergiftung besteht für Laboratorien darin, dass zur Wasserstoffentwicklung nur reine Materialien benützt werden, was ja bei den heutigen Fortschritten in der Technik leicht möglich ist. Bei technischen Unternehmungen, welche die Bearbeitung von Erzen, die ja immer arsenhaltig sind, mit Säuren ausüben, ist durch geeignete Apparate die Absorption der gebildeten Gase zu bethätigen. In Fabrikräumen ist daher für die Sanitätspolizei der Nachweis des Arsenwasserstoffs in der Luft von Wichtigkeit. Dieser wird in der Weise ausgeführt, dass man die betreffende Luft durch eine Lösung von Silbernitrat oder Goldchlorid hindurchleitet. Ist Arsenwasserstoff vorhanden, so werden beide Metalle reduziert. Die Lösung des Silbernitrats zerlegt das Gas vollständig und aus der entstehenden Lösung von arseniger Säure kann das überschüssige Silber leicht durch Salzsäure entfernt werden. Durch vorsichtiges Neutralisieren mit Ammoniak erhält man den charakteristischen gelben Niederschlag des arsenigsauren Silbers.

In der Goldchloridlösung schlägt der Arsenwasserstoff metallisches Gold nieder und in der Flüssigkeit lässt sich

dann die arsenige Säure leicht nachweisen. Um eine schnelle Untersuchung zu machen, kann man nach Eulenberg einen mit Silbernitrat getränkten Fliesspapierstreifen einige Zeit in einem solchen Raume aufhängen. Derselbe wird bei Gegenwart von Arsenwasserstoff braunschwarz; allerdings muss man sich vorher durch einen Kontrollversuch mit in Bleiacetat getränktem Fliesspapier von der Abwesenheit von Schwefelwasserstoff überzeugt haben.

Für die Füllung von Ballons, besonders von Fesselballons, empfiehlt es sich, um die Angestellten zu schützen, den aus rohen Materialien entwickelten Wasserstoff durch Hindurchleiten durch Kupfersalz- oder Sublimatlösungen zu reinigen. Die genannten Salze halten den Arsenwasserstoff zurück. Müsste aber ein Arbeiter in einen Ballon etwa zur Vornahme einer Reparatur steigen, so würde er sich nach Storch dadurch zu schützen haben, dass ihm Luft durch einen Gummischlauch in eine vollständig anschliessende Gesichtsmaske, ähnlich wie einem Taucher, zugeleitet würde. Denn gerade das Einsteigen in Ballons, die mit unreinem Wasserstoffgas gefüllt waren, ist deshalb gefährlich, weil sich das Arsenwasserstoffgas durch seine spezifische Schwere zu Boden senkt.

Therapeutisch wird man in allen Fällen, in denen Kollapszustände vorhanden sind, zunächst symptomatisch diese behandeln. Man gibt dann Excitantien und Roborantien in jeglicher zur Verfügung stehenden Form. Die heftige und quälende Dyspnoe wird man mit Morphium bekämpfen. In jedem Falle von Arsenwasserstoffvergiftung wird es eine Hauptaufgabe sein, die Diurese aufrecht zu erhalten. Man könnte an Blutentziehungen denken, die man früher (Ollivier) in der That angewandt hat. Dadurch würde ein Teil des freien Hämoglobins und der Detritusmassen entfernt, die für die Niere so gefährlich sind. Aber um dieser Indi-

kation zu genügen, müssten bedeutende Blutmengen entzogen werden, und da man dadurch zugleich den Organismus einer Menge noch funktionstüchtiger Erythrocyten berauben würde, wäre der Aderlass bei der Arsenwasserstoffvergiftung ein zweischneidiges Schwert. Man wird zur Hebung der Diurese möglichst viel Flüssigkeit geben, per os und per rectum. Besonders gerne wird man alkalische Säuerlinge trinken lassen, die zugleich einen wohlthätigen, gelinden Reiz auf die Niere ausüben. So wird man in vielen Fällen auskommen. In anderen aber, besonders in solchen, die mit starkem Erbrechen einhergehen, wird man mit Vorteil die subkutane Infusion physiologischer Kochsalzlösung anwenden, mit der man z. B. bei ausgedehnten Verbrennungen, wo durch Erythrocytenzerstörung ähnliche Verhältnisse gegeben sind, ausgezeichnete Resultate hat. — Die einmal eingetretene Rekonvalescenz wird man durch richtige Ernährung möglichst fördern.

Ich kann die Arbeit nicht schliessen, ohne meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Josef von Bauer, für die Anregung zu vorliegender Arbeit und für die gütige Überlassung des Falles meinen innigsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. Struppler gebührt für die mir bei der Bearbeitung gewährte Unterstützung mein wärmster Dank.

Litteratur.

Berzelius, Handbuch der Chemie.

Eulenberg, Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen.

— Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens.

Vogel, Archiv für wissenschaftliche Heilkunde. $I._2$.

Rabuteau. Gazette de Paris 1873, Nr. 18.

Naunyn, Beiträge zur Lehre vom Icterus. Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrg. 1868, pag. 401.

Kobert, Intoxikationen.

Jaksch, Die Vergiftungen in Nothnagels Handbuch.

O' Reilly, Dubliner Journal 1842, Nr. 60.

Ollivier. Gazette des Hôpitaux. 1893, pag. 128.

Trost, Vergiftungen durch Arsenwasserstoff bei der technischen Gewinnung des Silbers aus Blei. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medizin, Bd. 18, S. 269.

Wächter, Zur Kasuistik der Arsenwasserstoffintoxikationen. Vierteljahrschr. für gerichtl. Medizin. Bd. 28, S. 251.

Eittner, Hämoglobinurie, hervorgerufen durch Einatmung von Arsenwasserstoff. Berlin. klin. Wochenschr. 1880.

Sury-Bienz, Gerichtlich-medizinisches aus chemischen Fabriken. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medizin. Bd. 49, S. 345.

Oulmont, Deux cas d'empoisonnement, suivis de mort par l'hydrogène servant à gonfler les Ballons. La médecine moderne, 1890.

Storch, Über einen Fall von Hämoglobinurie nach Einatmung von arsenwasserstoffhaltigem Wasserstoff. Verhandlg. des XI. Kongresses für innere Medizin, 1892.

Schickhardt, Ein Fall von Arsenwasserstoffvergiftung. München. Mediz. Wochenschrift. 1891.

Fleck, Über Entstehung von Arsenwasserstoff aus Schweinfurter Grün. Zeitschrift für Biologie, III. Heft, 1872.

Naunyn, Vergiftungen in Ziemssens Handbuch.

Lebenslauf.

Ich bin am 19. Dezember 1878 zu St. Ingbert geboren und besuchte dort von 1885—1888 die Volksschule, von 1888 bis 1893 die Lateinschule. Im Herbst 1893 kam ich auf das humanistische Gymnasium zu Zweibrücken und bestand an demselben 1897 die Absolutorialprüfung. Vom Wintersemester 1897 an oblag ich an der Universität München dem medizinischen Studium und unterzog mich an derselben der medizinischen Approbationsprüfung, die ich am 13. Juni 1902 beendete.

Alfred Haas,
approb. Arzt.